

УДК 664.711.5

П.І. Савченко, В.В. Гузенко

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА КОРМУ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА З КОРЕГУВАННЯМ ЯКОСТІ ЦІЛЬОВОГО ПРОДУКТУ

Проаналізовані режими роботи електроприводу робочих машин на технологічній лінії приготування повнораціонних кормосумішей. Проведено детальне обґрунтування властивостей пристроїв які входять до складу систем для приготування кормосуміші та приведені способи корегування ефективності роботи зі зниження енергоспоживання та підвищенням якості вихідного продукту.

Ключові слова: електропривод, кормоцех, змішувач, подрібнювач, потокова лінія, продуктивність, регулювання, енергоефективність.

Постановка проблеми

Як відомо, сільське господарство та його найважлива галузь тваринництво, займає особливе місце [1]. У підвищенні якості продукції тваринництва провідна роль належить організації системи кормовиробництва включаючи виробництво різних біологічно-активних добавок та речовин, що гарантують реальне забезпечення повноцінної годівлі всіх видів сільськогосподарських тварин.

Як показує аналіз, що на сьогоднішній день, зоотехнічною наукою встановлюються все більші вимоги до енергоефективності ліній виробництва кормових сумішей (грубі корми в розсипному і гранульованому видах). Від якості переробки кормів на поточкових лініях, які за оцінними критеріями повинні працювати енергоефективно, істотно залежить продуктивність тварин [2,3].

Дослідження існуючих кормоцехів на тваринницьких фермах показує, що фактична продуктивність ліній переробки грубих кормів дещо нижче проектною, якість обробки кормів через недосконалість обладнання робочих машин не відповідає сучасним вимогам, а технологічна надійність процесів подрібнення і змішування низька. Тому аналіз існуючих та розробка більш досконалих та енергоефективних ліній є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Як відомо, значення кормових сумішей у харчуванні різних тварин неоднакове. У роботах багатьох вчених Кондирева В.Є., Дмитриченко А.П. та ін. показана ефективність подрібнення грубостебельного сіна, після чого воно краще споживається тваринами [3,4].

На сьогоднішній день в багатьох роботах видатних вчених (таких як Філанкова Р.Ф., Ревенка Ю.І.) приділяється увага великій різноманітності схем і раціонів переробки грубих кормів: 1) подрібнення згідно стандартів - дозування - змішування з іншими компонентами; 2) подрібнення - дозування - запарювання (хімічна обробка) - змішування [5,6].

Так, Інститут тваринництва Національної академії аграрних наук України на підставі проведених досліджень рекомендує наступний склад повнораціонних кормосумішей для різних статевікових груп тварин: силосу - 30 ... 50 %, соломи - 10 ... 15%, сіна - 15 ... 20 %, концентратів - 10 ... 15%. А розміри різання (мм) сіна або соломи повинні бути в межах: для ВРХ - 40 ... 50, для овець - 20 ... 30. Розмір часток трав'яний і сінної муки для свиней і птиці повинен бути рівний 1 ... 2 мм.

Тому, одним із основних задач сільськогосподарського (с.г.) виробництва є створення нових енергоефективних с.г. машин та механізмів або вдосконалення вже існуючих згідно сучасних стандартів та вимог до якості в умовах конкуренції з іншими країнами світу [7,8,9].

Велика кількість різноманітних типів робочих машин (подрібнювачів, змішувачів) не має однозначної методики розрахунків та проектування. Як показали довготривалі дослідження, що при проектуванні робочих машин використовуються дані, які були отримані при дослідженні в інших галузях.

Нами було встановлено, що питанням комплексного дослідження процесів підготовки до згодовування тварин не приділялося потрібної уваги. Тому цей напрям є актуальним.

Виклад основного матеріалу

Проаналізувавши системи приготування кормів в Україні бачимо, що найбільше вироблюються багатокомпонентні кормосуміші, а для їх виробництва використовують комбіновані машини, які забезпечують подрібнення, дозування, навантаження, змішування, транспортування сумішей.

Завдяки застосування аналізу теорій прийняття рішень проаналізовані найбільш поширені електроприводи: подрібнювачів ("Волгарь-5", ИГК-30Б, КДУ-2-1), завантажувачів (ФН-12, ФН-1,4), та змішувачів (С-6, С-12, СКОФ-6).

Розроблений експериментальний зразок потокової лінії (рис.1) представлений у вигляді сукупності взаємозв'язаних технологічними потоками апаратів керування. Завдяки цьому був створений ряд взаємопов'язаних технологічних с.г. машин, які дозволили забезпечити суворе дотримання співвідношення компонентів раціону і найголовніше рівномірне змішування. Тому що саме процес змішування компонентів є завершальним найголовнішим етапом.

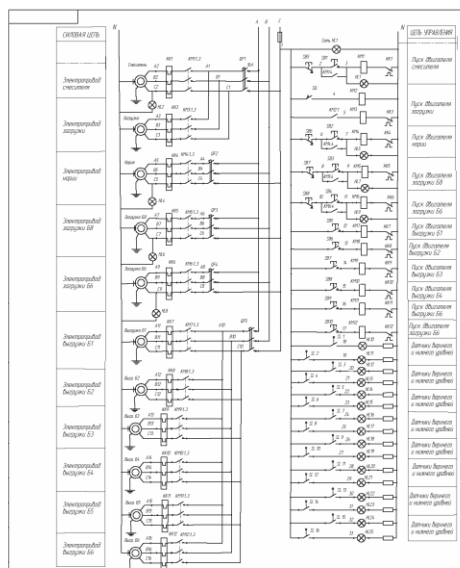


Рис. 1. Конструктивна електрична схема технологічної лінії приготування грубих кормів

При спостереженні за різновидами с.г. ліній приготування сумішей, виявлено, що для змішувальних машин характерною проблемою є часті і значні зміни навантаження.

На рис. 2, наведено графік, який відображає зміну навантаження на змішувач.

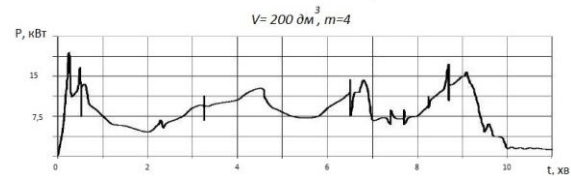


Рис. 2. Зміна споживання потужності змішувача
(V_k - об'єм змішувача; m - число завантажень)

Для досконалого випробування вказаних систем електроприводу у лабораторії кафедри (ХНТУСГ) при змінному моменті інерції системи ЕП J_0 можна імітувати різницю як механічного навантаження, так і моменту інерції, забезпечивши певний обертовий момент $M_{сг}$ з боку навантажувальної машини для переробки кормових сумішей. Таким чином, було встановлено, що неоднорідність суміші, одержуваної в існуючих змішувачах безперервної дії, залежить від ряду причин: відхилення вологості, відхилення фактичного розподілу частинок компонентів в суміші від середнього при недостатньому змішування за відведену годину; присутність в суміші преміксів; нерівномірність подачі вихідних компонентів в змішувач.

Змішування шляхом переміщення груп частинок шляхом конвекції, має місце у змішувачах, наприклад, вертикально-шнекових або лопатевих з горизонтальним розташуванням робочого органу [10]. У даному змішувачі швидкість знаходиться в прямій залежності від інтенсивності обміну і описується емпіричним рівнянням:

$$\ln \sigma^2 = \ln \frac{1}{4} + n_p \ln(1 - 2a)^2 \quad (1)$$

де n_p – частота обертання ротора;

σ^2 – дисперсія.

Однак такий не складний опис механізму змішування можна приміняти для реальних умов змішування та отримувати інформацію про швидкість (рис.3).

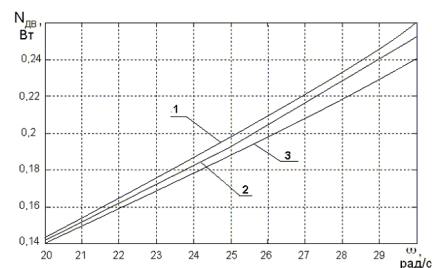


Рис. 3. Залежність потужності змішувача від його кутової швидкості при: 1 – $n_d=4$ шт/с; 2 – $n_d=5$ шт/с; 3 – $n_d=6$ шт/с;

З рисунка 3 видно, що збільшення кутової швидкості обертання диску змішувача веде до зростання потужності, що споживається змішувачем на 0,11 Вт. Залежності, як видно, є приблизно лінійними. Зміна у діапазоні кількості частинок добавок, яка надходить на змішувач не значно впливає на споживану ним потужність. Отримані емпірична та графічна залежності дозволяють визначити потужність необхідну для приготування різних видів комбікормів.

Враховуючи особливості технології та технічні параметри змішувачів, з усіх можливих варіантів керування найбільш перспективним є керування ЕП за допомогою перетворювача частоти. Продуктивність енергоефективної технологічної лінії у такому випадку приготування кормів на розробленому об'єкті визначаємо за формулою:

$$W_l = P_{cl} / t_l, \text{ кг/г}, \quad (2)$$

де P_{cl} - сумарна кількість кормів, яке оброблюється, кг;

t_l - тривалість операції по приготуванню готової продукції, г.

Витрати енергії на змішування кормів рівні:

$$A_{изм} = c_1 \cdot \lg \lambda^3 + c_2 \cdot (\lambda - 1) = 2252 Bm \quad (3)$$

де λ - ступінь змішування, що представляє собою отримання якісних однорідних сумішей.

У процесі досліджу спостерігається, що в деякій мірі теоретичні дані співпадають з практичними та це дає підтвердження що експериментально отримані швидкості робочого органу дуже суттєво впливають на якість сумішей.

Висновки

Сучасний підхід до постійного вдосконалення енергетичних технологій враховує в собі постійне дослідження всіх ланок системи. А це в свою чергу дає можливість більш повно оцінити процеси автоматизації лінії виробництва сумішей та отримати математичні моделі, які залежать від експлуатаційних та технологічних параметрів. Процес дослідження дав такі результати: високу продуктивність; можливість регулювання продуктивності та якості змішування; мінімальні енерговитрати; оптимальні техніко-економічні показники.

Література

1. Гузенко В.В. Аналіз пристроїв для переробки кормосумішей грубих кормів та оцінка їх використання в однофазній мережі при векторно-алгоритмічній комутації / В.В. Гузенко. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім.П.Василенка. "Проблеми

енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України".-Х.: ХНТУСГ, 2014. -Випуск 153.-с.142-143.

2. Андронов А. Л. Обоснование энергоэффективных режимов частотно-регулируемых электроприводов в агропромышленном комплексе: дис. канд. техн. наук / А. Л. Андронов: Алт. гос. техн. ун-т. Барнаул, 2005.-180 с.

3. Коба В.Г. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич // М.: Колос, 1999. – 187 с.

4. Агеев П.Е. Эксплуатация технического оборудования ферм и комплексов / П.Е. Агеев, В.И. Квашенников и др.; под ред. С.В. Мельникова // – 2-е изд. Перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986 – 101-120 с.

5. Богданов Г.А. Кормление сельскохозяйственных животных / Г.А.Богданов // - М.: Агропромиздат, 1990. – 121-151 с.

6. Кукта Т.М. Машины и оборудование для приготовления кормов./ Т.М. Кукта // – М.: Агропромиздат, 1987. – 104-116 с.

7. Терехов В. М. Системы управления электро-приводов: учебник. / В. М. Терехов, О. И. Осипов – М.: Академия, 2005. – 241 с.

8. Колб А. А. Теория электроприводу: навчальний посібник / А. А. Колб, А. А. Колб. – Дніпропетровськ: НГУ, 2006. – 511 с.

9. Кудрявцев И.Ф. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок. / И.Ф. Кудрявцев, Л.А. Калинин и др.// – М.: Агропромиздат, 1988. – 148с.

10. Белов М. П. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: учебное пособие. / М. П. Белов, О. И. Зементов, А. Е. Козярук. – М.: Академия, 2006. – 324 с.

References

1. Guzenko, V. V. Analysis of the device for processing fodder roughage and evaluation of their use in network for vector-algorithmic switching / V. V. Guzenko. // Bulletin of Kharkiv Petro Vasilenko National Technical University of agriculture. "Problems of energy efficiency in the agricultural sector of Ukraine".-Kh.: KNTUA, 2014. Edition 153. p.142-143.

2. Andronov A. L., The Justification of energy efficient modes of variable frequency drives in agriculture: dis. Cand. tekhn. Sciences / A. L. Andronov: Alt. country. tehn. Univ. of Illinois Barnaul, 2005.- p. 180

3. Koba V. G. Mechanization and technology of production of livestock products / V.G Koba, N. V. Braginets, D. N. Murusidze, V.F. Nekrashevich. // М.: Kolos, 1999. – p. 187

4. P.E. Ageev. The Operation of technical equipment of farms and complexes / P. E. Ageev, V. I. Kvashennikov, etc.; under the editorship of S. V. Melnikova // – 2-e Izd.-M.: Agroprom., 1986 – p.101-120

5. Bogdanov G. A. Feeding of farm animals / G. A. Bogdanov // - М.: Agroprom, 1990. – p. 124-151

6. Kuchta T. M. Machinery and equipment for fodder./ T. M. Kuchta // – М.: Agroprom, 1987. – p. 104-116

7. Terekhov V. M. Control System of electric drives: a textbook. / V. M. Terekhov, O. I., Osipov, M.: Academy, 2005. – p. 241

8. Kolb A. A. Theory of electric drive: the textbook / A. A. Kolb, A. A. Kolb. – Dnipropetrovsk: NCU, 2006. – p. 511

9. Kudryavtsev I. F. *Electrical equipment and automation of agricultural machines and installations.* / I. F. Kudryavtsev, L. A. Kalinin // – М.: Agropromizdat, 1988. – p. 148
10. Belov M. P. *Engineering of electric drives and automation systems: tutorial.* / M. P. Belov, O. I. Semenov, A. E., Kozaruk. – М.: Academy, 2006. – p. 324

Автор: САВЧЕНКО Петро Ілліч
Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка,
д-р техн. наук, професор.
E-mail – hnagh@inbox.ru

Автор: ГУЗЕНКО Віталій Вікторович
Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка,
аспірант кафедри Автоматизованих
електромеханічних систем (АЕМС).
E-mail – hnagh@inbox.ru

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМА ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА С КОРРЕКТИРОВКОЙ КАЧЕСТВА КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА

П.И. Савченко, В.В. Гузенко

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

Проанализированы режимы работы электропривода рабочих машин на технологической линии приготовления полнорационных кормосмесей. Проведено детальное обоснование свойств устройств входящих в состав систем для приготовления кормосмеси и приведены способы корректировки эффективности работы по снижению энергопотребления и повышением качества исходного продукта.

Ключевые слова: электропривод, кормоцех, смеситель, измельчитель, поточная линия, производительность, регулирование, энергоэффективность.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED TECHNOLOGICAL LINE OF PRODUCTION OF FEED FOR LIVESTOCK WITH THE ADJUSTMENT THE QUALITY OF THE END PRODUCT

P.I. Savchenko; V.V. Guzenko

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture

Analyzed the operation modes of the electric drive of working machines in technological lines for production of complete feed mixtures. The detailed study of the properties of the devices included in the systems for preparation of feed mixtures and the ways to adjust work efficiency to reduce energy consumption and improve the quality of the original product. The paper takes into account the features of the technology and technical parameters of the mixer, and proven effectiveness, of all the possible management options that promising is a drive control with frequency Converter. During the study, the following results were obtained: high line capacity; the ability to control the performance and quality mixing; minimal energy consumption; optimal technical and economic indicators.

Keywords: electric drive, feeding mill, mixer, chopper, production line, productivity, regulation, and energy efficiency.